

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
30. Juni 2005 (30.06.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/060074 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H02K 1/27**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/053371

(22) Internationales Anmeldedatum:  
9. Dezember 2004 (09.12.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 57 502.2 9. Dezember 2003 (09.12.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE**

**GMBH** [DE/DE]; Carl-Wery-Str. 34, 81739 München  
(DE).

(72) Erfinder; und

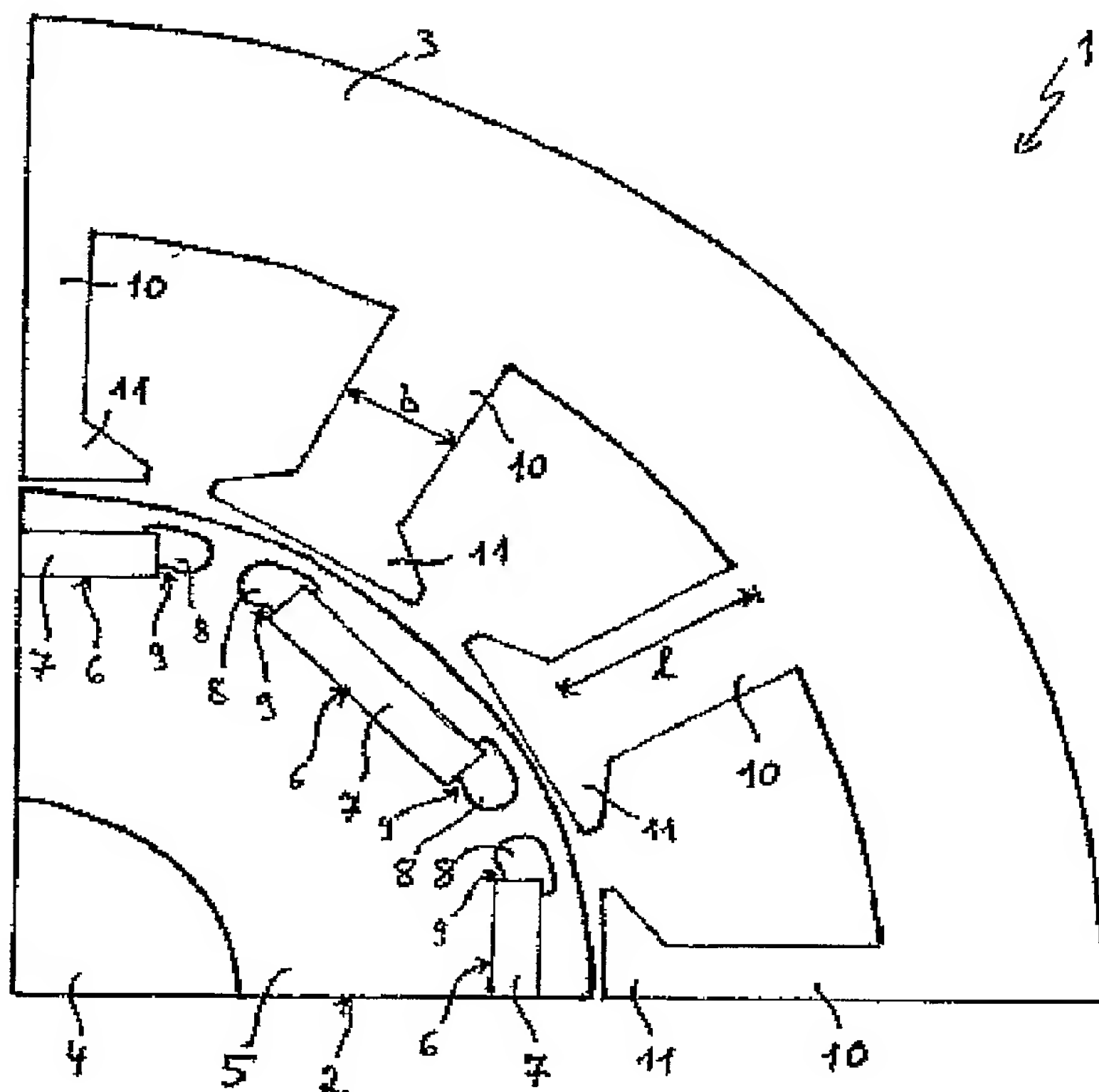
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **DE FILIPPIS, Pietro**  
[IT/IT]; Via S. Gregorio 6, I-20124 Milano (IT). **ABEL,**  
**Falko** [DE/DE]; Tändlergasse 4, 93047 Regensburg (DE).  
**KALAVSKY, Michal** [SK/SK]; Zombova 31, 0411 Kosice  
(SK).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **BSH BOSCH UND SIEMENS**  
**HAUSGERÄTE GMBH**; Carl-Wery-Str. 34, 81739  
München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ELECTRIC MACHINE

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE MASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to an electric machine, especially a brushless d.c. motor. Said electric machine comprises a rotor (2) and a stator (3) which is provided with current-carrying coils. Said rotor (2), in the circumferential direction, is provided with a plurality of permanent magnets (7) that are embedded in respective magnet retainers (6) between the peripheral surface and the shaft (4) of the rotor (2) in such a manner that the permanent magnets (7), in the radial direction, are completely encircled by the peripheral surface of the rotor (2). In the area of the magnet retainer (6), recesses (8) extend laterally in the circumferential direction of the rotor (2) and axially within the rotor (2).

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine, insbesondere einen bürstenlosen Gleichstrommotor, mit einem Rotor (2) und einem mit stromführenden Wicklungen versehenen Stator (3), wobei der

Rotor (2) in Umfangsrichtung mit einer Vielzahl von Permanentmagneten (7) bestückt ist, die jeweils in eine Magnetaufnahme

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/060074 A1



(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Erklärung gemäß Regel 4.17:**

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE,

GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(6) zwischen Umfangsfläche und Welle (4) des Rotors (2) derart eingebettet sind, dass die Permanentmagnete (7) in radialer Richtung vollständig von der Umfangsfläche des Rotors (2) umfasst sind. An der Magnetaufnahme (6) erstrecken sich seitlich in Umfangsrichtung des Rotors (2) Materialaussparungen (8) axial innerhalb des Rotors (2).

## **Beschreibung**

### **Elektrische Maschine**

- [001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine, insbesondere einen bürstenlosen Gleichstrommotor, mit einem mit stromführenden Wicklungen versehenen Stator und einem wenigstens teilweise magnetisierbaren Rotor, der in Umfangsrichtung mit einer Vielzahl von Permanentmagneten bestückt ist, die jeweils in eine Magnetaufnahme zwischen Umfangsfläche und Welle des Rotors derart eingebettet sind, dass die Permanentmagnete in radialer Richtung vollständig von der Umfangsfläche des Rotors umfasst sind.
- [002] Eine solche Maschine arbeitet, indem die Wicklungen in einem vorgegebenen zeitlichen Muster so mit Spannungen beaufschlagt werden, dass die dadurch in den Wicklungen auftretenden Ströme ein rotierendes Magnetfeld erzeugen, in dem der Rotor sich auszurichten versucht und so die Welle antreibt, oder indem der über die Welle von außen angetriebene Rotor durch das Magnetfeld der rotierenden Permanentmagneten in den Wicklungen des Stators oszillierende Ströme induziert.
- [003] Damit sich die Permanentmagnete bei hohen Drehzahlen nicht von dem Rotor lösen können, sind sie in den Rotor eingebettet und in radialer Richtung vollständig von dem Rotoreisen umfasst. Auf diese Weise entsteht ein geschlossener magnetischer Kreis zwischen den Polen der Permanentmagneten über das Rotoreisen, wodurch der magnetische Fluss zwischen Rotor und Stator verringert und somit der Wirkungsgrad der elektrischen Maschine reduziert wird.
- [004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine kostengünstige elektrische Maschine mit hohem Wirkungsgrad anzugeben, die für einen großen Drehzahlbereich ausgelegt ist.
- [005] Die Aufgabe wird durch eine elektrische Maschine mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst.
- [006] Die elektrische Maschine, insbesondere der bürstenlose Gleichstrommotor, weist einen Rotor und einen mit stromführenden Wicklungen versehenen Stator auf. Der Rotor ist in Umfangsrichtung mit einer Vielzahl von Permanentmagneten bestückt, die jeweils in eine Magnetaufnahme zwischen Umfangsfläche und Welle des Rotors derart eingebettet sind, dass die Permanentmagnete in radialer Richtung vollständig von der Umfangsfläche des Rotors umfasst sind. An der Magnetaufnahme erstrecken sich in Umfangsrichtung des Rotors seitlich der Permanentmagnete Materialaussparungen axial innerhalb des Rotors. Auf diese Weise wird der magnetische Fluss im Rotoreisen

um die Materialaussparungen herum geführt. Dies hat den Vorteil, dass sich der magnetische Fluss zwischen Rotor und Stator erhöht, wodurch bei Betrieb der elektrischen Maschine ein hoher Wirkungsgrad erzielt werden kann.

- [007] Insbesondere erstrecken sich die Materialaussparungen beiderseits der Magnetaufnahme. Auf diese Weise kann bei Rotation des Rotors sowohl bei Annäherung eines Permanentmagneten an einen Statorzahn, wie auch bei Entfernung des Permanentmagneten von dem Statorzahn eine symmetrische Verteilung des magnetischen Flusses erzielt werden. Des weiteren werden dadurch die über den Umfang des Rotors auftretenden Unterschiede der magnetischen Flussdichte zwischen Rotor und Stator verringert. Dies führt zu einem Drehmoment mit geringer Welligkeit, einem geringen Rastmoment und damit zu einer geringen Geräuschentwicklung auch bei hohen Drehzahlen des Rotors.
- [008] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform verlaufen die Materialaussparungen benachbart zur Umfangsfläche des Rotors. Dies hat den Vorteil, dass die verbleibende Wandstärke schnell durch den magnetischen Fluss gesättigt ist, insbesondere wenn die Wandstärke derart minimiert ist, dass sie den Fliehkräften der Permanentmagneten bei der höchst möglichen Drehzahl des Rotors gerade noch standhält.
- [009] Vorteilhafterweise ragt der in die Magnetaufnahme eingebettete Permanentmagnet in die Materialaussparungen hinein, insbesondere zumindest mit seinen zur Umfangsfläche des Rotors benachbarten, axialen Kanten. Auf diese Weise wird der magnetische Fluss in dem Rotoreisen zwischen Permanentmagnet und Umfangsfläche des Rotors, dem sogenannten Polschuh, erhöht, da der Permanentmagnet in Umfangsrichtung breiter ist als der Polschuhhals, und somit ein wesentlicher Teil der magnetischen Feldlinien, die von dem in die Materialaussparung hineinreichenden Teil des Permanentmagneten ausgehen, ihren Weg durch den Permanentmagneten bis hin zu dem Polschuh zurücklegen, bevor sie aus dem Permanentmagneten aus- und in das Rotoreisen eintreten.
- [010] Vorzugsweise münden die Materialaussparungen senkrecht auf einer zur Umfangsfläche des Rotors benachbarten Außenfläche des Permanentmagneten. Auf diese Weise kann der magnetische Fluss benachbart zu der Materialaussparung senkrecht aus der Außenfläche des Permanentmagneten aus- und in den Polschuh eintreten, wodurch die magnetische Flussdichte im Polschuh maximal wird, da der magnetische Fluss im Polschuhhals zunächst gebündelt und erst anschließend im Polschuhkopf wieder verteilt wird.
- [011] Vorteilhafterweise weisen die Materialaussparungen einen abgerundeten Übergang



von einem Verlauf parallel zur Umfangsfläche des Rotors zu einem Verlauf senkrecht zur Außenfläche des Permanentmagneten auf. Auf diese Weise kann der magnetische Fluss in der verbleibenden Wandstärke zwischen Materialaussparung und Umfangsfläche des Rotors so geführt werden, dass der magnetische Fluss zwischen Rotor und Stator maximal und das Rastmoment minimal wird.

- [012] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform liegt der Permanentmagnet in Umfangsrichtung mit einer Teilbreite seiner Außenfläche an einem Polschuh des Rotors an, wobei insbesondere die Teilbreite einer Zahnschuhbreite eines Statorzahns in Umfangsrichtung wenigstens annähernd entspricht. Dies hat den Vorteil, dass der maximale magnetische Fluss zwischen Rotor und Stator auftreten kann, wenn der Permanentmagnet dem Statorzahn genau gegenübersteht, so dass ein hoher Wirkungsgrad erzielt werden kann.
- [013] Vorzugsweise sind durch die Materialaussparungen axial ausgedehnte Nasen an der Magnetaufnahme zur Halterung des Permanentmagneten ausgebildet. Auf diese Weise können die Permanentmagnete auf besonders einfache Weise in der Magnetaufnahme gehalten werden.
- [014] Der Verzicht auf die Krümmung der Außenflächen der Magnete erlaubt es, diese wesentlich preiswerter herzustellen als herkömmliche Magnete mit kreissegmentförmigen Außenflächen. Im Idealfall sind die Magnete der erfindungsgemäßen Maschine einfach quaderförmig und mit ihren Schmalseiten in Umfangsrichtung angeordnet.
- [015] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Stator eine Vielzahl von Statorzähnen auf, deren zum Rotor benachbarte Endflächen ihres Zahnschuhs eben und tangential zur Umfangsfläche des Rotors ausgebildet sind. Dies hat den Vorteil, dass bei Betrieb der elektrischen Maschine ein Drehmoment mit einer besonders geringen Welligkeit erzielt werden kann. Aufgrund des damit verbundenen besonders niedrigen Rastmoments der elektrischen Maschine, führt dies zu einer geringen Geräuscentwicklung auch bei hohen Drehzahlen des Rotors und zu einem verbesserten Wirkungsgrad.
- [016] Vorzugsweise trägt jeder Statorzahn Windungen einer Einzelspule. Auf diese Weise ist die elektrische Maschine besonders effektiv und hinsichtlich des Materialeinsatzes kostengünstig und es treten nur geringe Streuverluste auf.
- [017] Um eine Maschine mit gutem Gleichlauf und geringer Geräuscentwicklung zu erhalten, stehen den acht Permanentmagneten des Rotors vorzugsweise zwölf Statorzähne und somit zwölf Einzelspulen des Stators gegenüber. Diese sind jeweils

periodisch abwechselnd mit drei verschiedenen Phasen beschaltet. Es sind auch andere Anzahlen von Permanentmagneten und Statorzähnen möglich, bevorzugt im Verhältnis Anzahl der Permanentmagneten zu Anzahl der Statorzähne von zwei zu drei, von vier zu drei, von fünf zu sechs oder von sieben zu sechs.

- [018] Insbesondere sind die Permanentmagnete parallel zu ihren zu den Materialaussparungen gewandten Seitenflächen magnetisiert, wodurch sie besonders kostengünstig sind.
- [019] Bevorzugt sind Permanentmagnete hoher Koerzitivität bzw. Remanenz; vorzugsweise enthalten die Permanentmagnete Ferrite und/oder NdFeB und/oder Seltenen Erden. Insbesondere Permanentmagnete aus NdFeB weisen eine hohe Remanenz auf und haben ein günstiges Kosten-Materialmengenverhältnis.
- [020] Vorzugsweise sind die Permanentmagnete in axialer Richtung gleich lang oder länger als der Rotor, um Stirnstreueffekte auszugleichen.
- [021] Ein bevorzugtes Anwendungsgebiet der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine sind Antriebe für Waschgeräte, insbesondere in Form von einem permanentmagnetischen Hybridmotor. Bei diesen Antrieben treten typischerweise Drehzahlen in der Größenordnung bis ca. 20.000 Umdrehungen pro Minute auf.
- [022] Die Materialaussparungen können zur Auswuchtung des Rotors mit nichtmagnetischen Materialien gefüllt werden.
- [023] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels mit Bezug auf die beigefügte Zeichnung. Es zeigen
- [024] Figur 1 einen Quadranten eines radialen Schnitts durch Stator und Rotor eines Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine und
- [025] Figur 2 einen vergrößerten Ausschnitt an einem Zahnschuh gemäß Figur 1.
- [026] Gemäß der Zeichnung ist die elektrische Maschine 1 mit einem Rotor 2 und einem Stator 3 ausgebildet, wobei der Rotor 2 zur Übertragung eines Drehmoments auf einer Welle 4 gelagert ist. Der Rotor 2 setzt sich in axialer Richtung aus einem Blechpaket 5 aus identisch geformten Einzelblechen zusammen, die entsprechend des in Figur 1 gezeigten radialen Querschnitts ausgestaltet sind. Das Blechpaket 5 weist insgesamt acht Magnetaufnahmen 6 auf, die mit je einem Permanentmagneten 7 bestückt sind. Beidseitig an jeder der Magnetaufnahmen 6 erstreckt sich seitlich in Umfangsrichtung des Rotors 2 je eine Materialaussparung 8 axial durch das gesamte Blechpaket 5. Die Permanentmagnete 7 sind quaderförmig ausgestaltet und mit ihren Schmalseiten in Umfangsrichtung angeordnet. An den Materialaussparungen 8 sind Nasen 9 zur

Halterung der Permanentmagnete 7 ausgebildet.

[027] Der Stator 3 hat einen äußeren Rahmen, von dem sich radial nach innen zwölf Statorzähne 10 erstrecken, die an ihren Enden zu Zahnschuh 11 verbreitert sind. Jeder der Statorzähne 10 trägt Drahtwicklungen einer Einzelspule (nicht gezeigt). Diese sind jeweils periodisch abwechselnd mit drei verschiedenen Phasen einer von einem elektronischen Wechselrichter gelieferten dreiphasigen Versorgungsspannung geschaltet. Die Breite  $b$  der Statorzähne 10 in Umfangsrichtung beträgt wenigstens ein Viertel ihrer axialen Länge  $l$ , das heißt der Querschnitt der Statorzähne 10 ist vergleichsweise kompakt. Dadurch wird ein günstiges Verhältnis von gewickelter Drahtlänge beziehungsweise -masse zur Querschnittsfläche der Statorzähne 10 erzielt, und außerdem können die Wicklungen schnell hergestellt werden, da nur ein vergleichsweise geringer axialer Hub eines den Wicklungsdraht liefernden, beim Wickeln um die Wicklungskerne herumlaufenden Führungswerkzeugs erforderlich ist.

[028] In Figur 2 ist ein vergrößerter Ausschnitt von Figur 1 gezeigt, wobei einer der Permanentmagnete 7 direkt gegenüber einem der Statorzähne 10 steht. Die Materialaussparungen 8 beidseitig der Magnetaufnahme 6 des Permanentmagneten 7 verlaufen benachbart zur Umfangsfläche des Rotors 2 parallel mit einer Wandstärke  $W$ . Der Permanentmagnet 7 ragt mit seinen dem Stator 3 zugewandten axialen Kanten 12 in die beidseitigen Materialaussparungen 8 hinein. Die Materialaussparungen 8 münden senkrecht auf einer zur Umfangsfläche des Rotors 2 benachbarten Außenfläche 13 des Permanentmagneten 7. Mit dieser Außenfläche 13 liegt der Permanentmagnet 7 an einem Polschuh 14 des Rotors 2 an. Der Statorzahn ist mit einer dem Rotor 2 zugewandten flachen Endfläche 15 des Zahnschuhs 11 ausgebildet. Diese Endfläche 15 weist eine Breite  $BZ$  in Umfangsrichtung auf, die einer Breite  $BS$  des Polschuhs 14 wenigstens annähernd entspricht.

[029] Der Rotor 2, der durch das Blechpaket 5 gebildet ist, weist eine axiale Länge auf, die geringfügig kleiner ist als die der Permanentmagnete 7. Die quaderförmigen Permanentmagnete 7 sind parallel magnetisiert und bestehen aus NdFeB. Typische Abmessungen der Permanentmagnete 7 für eine Anwendung in einer Waschmaschine bei einem Rotordurchmesser in der Größenordnung von 60 mm sind eine Höhe von ca. 2,5 mm, eine axiale Länge von ca. 2 bis 3 mm mehr als die axiale Länge des Blechpakets 5 und eine Kantenbreite in Umfangsrichtung im Bereich von 12 bis 16 mm, insbesondere von ca. 14 mm. Die Permanentmagnete 7 ragen mit ca. 5 Prozent ihrer Kantenbreite jeweils in eine der beidseitigen Materialaussparungen 8 hinein. Um bei typischen Rotordrehzahlen bis ca. 20.000 Umdrehungen pro Minute den Fliehkräften

der Permanentmagnete standhalten zu können, beträgt die minimale Wandstärke  $W$  zwischen den Magnetaufnahmen 6 bzw. den Aussparungen 8 und der Umfangsfläche des Rotors 2 ca. 1,0 mm.

[030]



## Ansprüche

- [001] Elektrische Maschine, insbesondere einen bürstenlosen Gleichstrommotor, mit einem mit stromführenden Wicklungen versehenen Stator (3) und einem wenigstens teilweise magnetisierbaren Rotor (2), der in Umfangsrichtung mit einer Vielzahl von Permanentmagneten (7) bestückt ist, die jeweils in eine Magnetaufnahme (6) zwischen Umfangsfläche und Welle (4) des Rotors (2) derart eingebettet sind, dass die Permanentmagnete (7) in radialer Richtung vollständig von der Umfangsfläche des Rotors (2) umfasst sind, dadurch gekennzeichnet, dass sich an der Magnetaufnahme (6) seitlich in Umfangsrichtung des Rotors (2) Materialaussparungen (8) innerhalb des Rotors (2) axial erstrecken.
- [002] Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Materialaussparungen (8) beiderseits der Magnetaufnahme (6) erstrecken.
- [003] Maschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialaussparungen (8) benachbart zur Umfangsfläche des Rotors (2) verlaufen.
- [004] Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der in die Magnetaufnahme (6) eingebettete Permanentmagnet (7) in die Materialaussparungen (8) hineinragt.
- [005] Maschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Permanentmagnet (7) zumindest mit seinen zur Umfangsfläche des Rotors (2) benachbarten, axialen Kanten (12) in die Materialaussparungen (8) hineinragt.
- [006] Maschine nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialaussparungen (8) senkrecht auf einer zur Umfangsfläche des Rotors (2) benachbarten Außenfläche (13) des Permanentmagneten (7) münden.
- [007] Maschine nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Materialaussparungen (8) einen abgerundeten Übergang von einem Verlauf parallel zur Umfangsfläche des Rotors (2) zu einem Verlauf senkrecht zur Außenfläche (13) des Permanentmagneten (7) aufweisen.
- [008] Maschine nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Permanentmagnet (7) in Umfangsrichtung mit einer Teilbreite (BS) seiner Außenfläche (13) an einem Polschuh (14) des Rotors (2) anliegt.
- [009] Maschine nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Teilbreite (BS) einer Zahnschuhbreite (BZ) eines Statorzahns (10) in Umfangsrichtung wenigstens annähernd entspricht.
- [010] Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

dass durch die Materialaussparungen (8) axial ausgedehnte Nasen (9) an der Magnetaufnahme (6) zur Halterung des Permanentmagneten (7) ausgebildet sind.

- [011] Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete (7) quaderförmig und mit ihren Schmalseiten in Umfangsrichtung angeordnet sind.
- [012] Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stator (3) eine Vielzahl von Statorzähnen (10) aufweist, deren zum Rotor (2) benachbarte Endflächen (15) ihres Zahnschubs (11) eben und tangential zur Umfangsfläche des Rotors (2) ausgebildet sind.
- [013] Maschine nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass jeder Statorzahn (10) Windungen einer Einzelspule trägt.
- [014] Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Maschine (1) mit acht Permanentmagneten (7) und zwölf Statorzähnen (10) ausgebildet ist.
- [015] Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete (7) parallel zu ihren zu den Materialaussparungen (8) gewandten Seitenflächen magnetisiert sind.
- [016] Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete (7) Ferrite und/oder NdFeB und/oder Seltenen Erden enthalten.
- [017] Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete (7) in axialer Richtung gleich lang oder länger als der Rotor (2, 5) sind.

Fig. 1

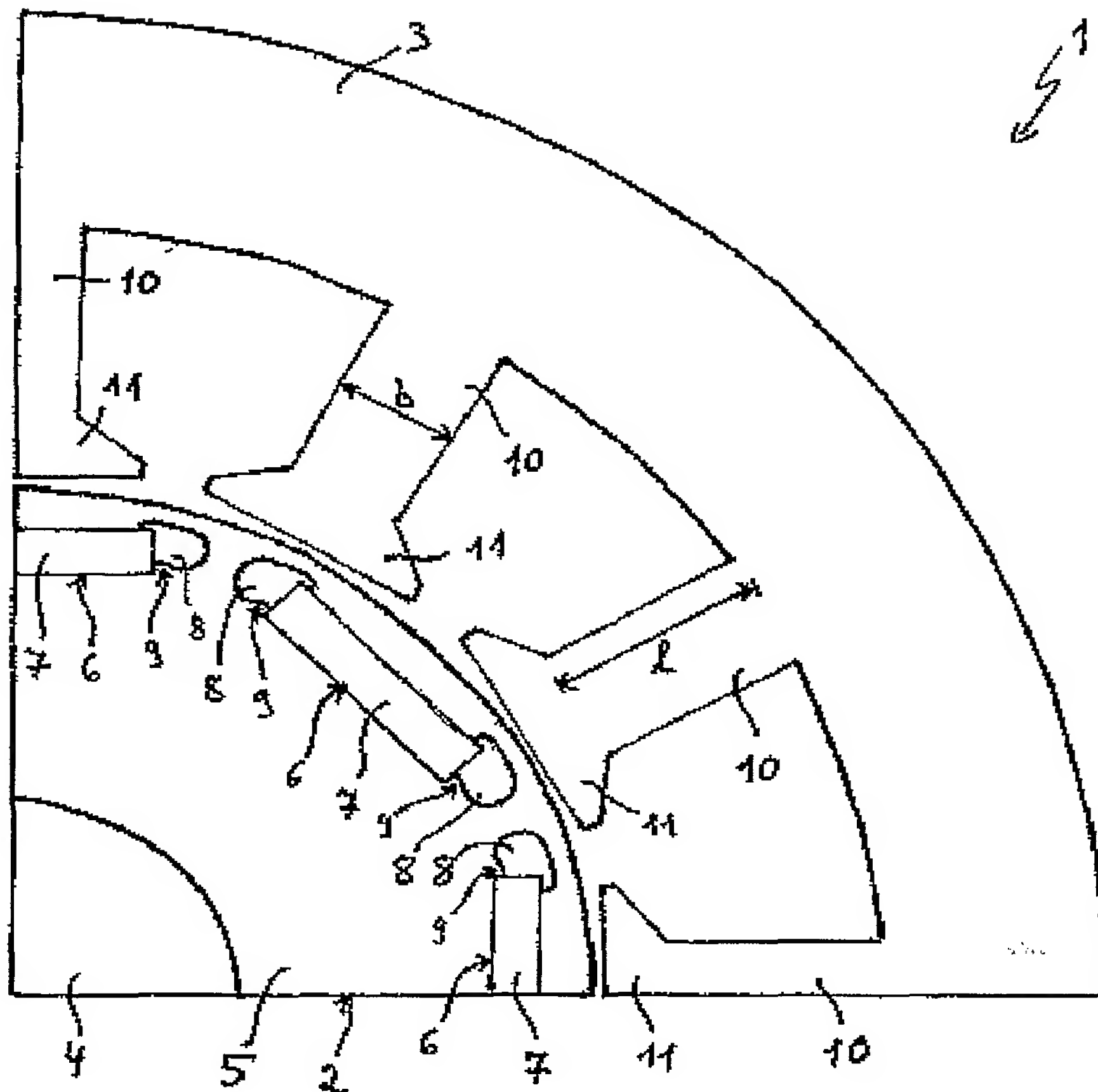
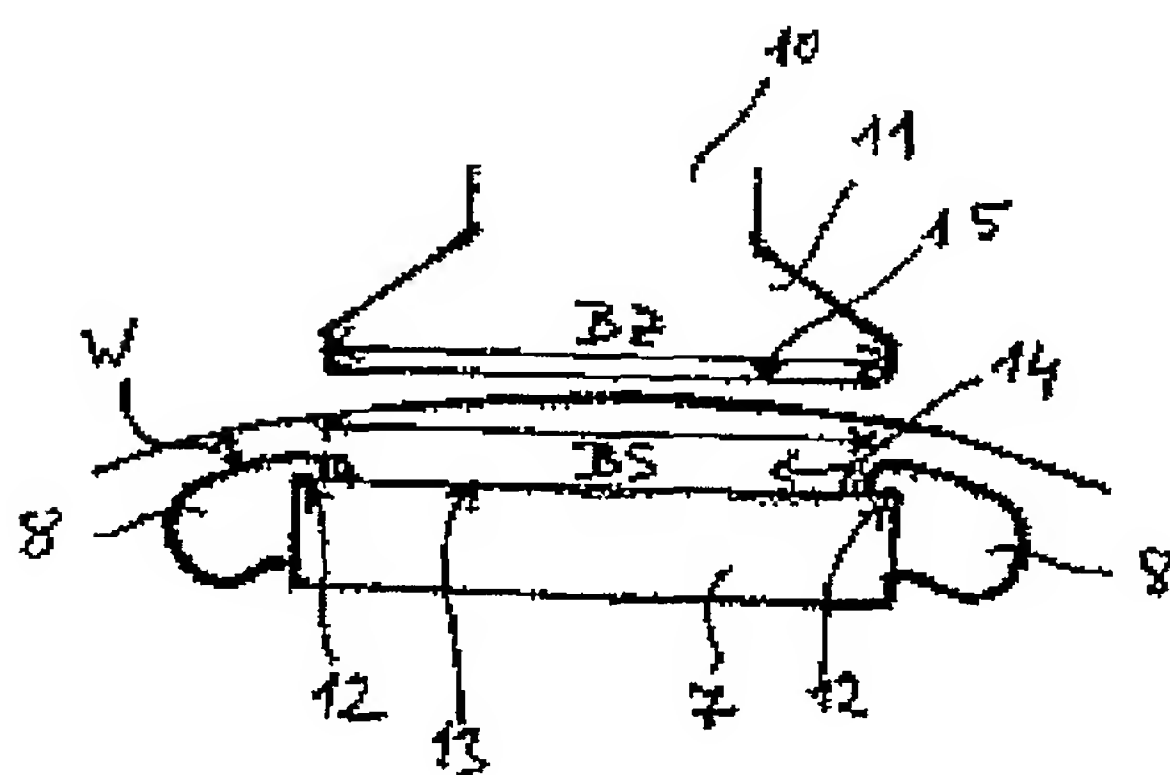


Fig. 2



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/053371

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H02K1/27

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 07, 3 July 2003 (2003-07-03) -& JP 2003 088071 A (TOSHIBA CORP), 20 March 2003 (2003-03-20)	1-10, 15-17
Y	abstract; figure 2	12-14
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 03, 27 February 1998 (1998-02-27) -& JP 09 294344 A (MEIDENSHA CORP), 11 November 1997 (1997-11-11)	1-11, 15-17
Y	abstract	12-14
X	EP 1 067 656 A (LAFERT S.P.A) 10 January 2001 (2001-01-10) figure 1	1-3, 10, 11, 15-17
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## ° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 March 2005

Date of mailing of the international search report

11/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Roy, C

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/053371

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 13, 30 November 1999 (1999-11-30) -& JP 11 220846 A (HITACHI LTD), 10 August 1999 (1999-08-10) abstract -----	1-3
X	US 4 139 790 A (STEEN ET AL) 13 February 1979 (1979-02-13) figure 6 -----	1-11, 15-17
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1999, no. 09, 30 July 1999 (1999-07-30) -& JP 11 098792 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 9 April 1999 (1999-04-09) abstract -----	12, 13
Y	US 2002/070619 A1 (NISHIYAMA NORIYOSHI ET AL) 13 June 2002 (2002-06-13) figure 1 -----	14
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 05, 30 April 1998 (1998-04-30) -& JP 10 004643 A (AICHI EMERSON ELECTRIC CO LTD), 6 January 1998 (1998-01-06) abstract -----	1-3, 10, 11, 15-17
X	KAB-JAE LEE ET AL: "Bridge optimization of interior permanent magnet motor for hybrid electric vehicle" DIGEST OF INTERMAG 2003. PROGRAM OF THE 2003 IEEE INTERNATIONAL MAGNETICS CONFERENCE. BOSTON, MA, MARCH 30 - APRIL 3, 2003, IEEE INTERNATIONAL MAGNETICS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, 28 March 2003 (2003-03-28), pages GQ-7, XP010665150 ISBN: 0-7803-7647-1 the whole document -----	1-3, 11, 15-17
X	KOGURE H ET AL: "Magnet configurations and current control for high torque to current ratio in interior permanent magnet synchronous motors" ELECTRIC MACHINES AND DRIVES CONFERENCE, 2003. IEMDC'03. IEEE INTERNATIONAL JUNE 1-4, 2003, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, vol. 1, 1 June 2003 (2003-06-01), pages 353-359, XP010644449 ISBN: 0-7803-7817-2 the whole document -----	1-3, 11, 15-17



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/053371

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2003088071	A	20-03-2003	NONE	
JP 09294344	A	11-11-1997	NONE	
EP 1067656	A	10-01-2001	IT PD990153 A1 EP 1067656 A2	08-01-2001 10-01-2001
JP 11220846	A	10-08-1999	NONE	
US 4139790	A	13-02-1979	NONE	
JP 11098792	A	09-04-1999	NONE	
US 2002070619	A1	13-06-2002	CN 1180457 A ,C EP 0823771 A1 WO 9731422 A1 JP 3417409 B2 JP 2002238193 A JP 2002209353 A JP 2002199639 A JP 3551954 B2 JP 2002209368 A US 6300700 B1 US 6369480 B1 US 6356001 B1 US 6049153 A US 2002036438 A1	29-04-1998 11-02-1998 28-08-1997 16-06-2003 23-08-2002 26-07-2002 12-07-2002 11-08-2004 26-07-2002 09-10-2001 09-04-2002 12-03-2002 11-04-2000 28-03-2002
JP 10004643	A	06-01-1998	NONE	

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H02K1/27

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 2003, Nr. 07, 3. Juli 2003 (2003-07-03) -& JP 2003 088071 A (TOSHIBA CORP), 20. März 2003 (2003-03-20)	1-10, 15-17
Y	Zusammenfassung; Abbildung 2 -----	12-14
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 03, 27. Februar 1998 (1998-02-27) -& JP 09 294344 A (MEIDENSHA CORP), 11. November 1997 (1997-11-11)	1-11, 15-17
Y	Zusammenfassung -----	12-14
X	EP 1 067 656 A (LAFERT S.P.A) 10. Januar 2001 (2001-01-10) Abbildung 1 -----	1-3, 10, 11, 15-17
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. März 2005

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

11/03/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Roy, C

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1999, Nr. 13, 30. November 1999 (1999-11-30) -& JP 11 220846 A (HITACHI LTD), 10. August 1999 (1999-08-10) Zusammenfassung -----	1-3
X	US 4 139 790 A (STEEN ET AL) 13. Februar 1979 (1979-02-13) Abbildung 6 -----	1-11, 15-17
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1999, Nr. 09, 30. Juli 1999 (1999-07-30) -& JP 11 098792 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 9. April 1999 (1999-04-09) Zusammenfassung -----	12, 13
Y	US 2002/070619 A1 (NISHIYAMA NORIYOSHI ET AL) 13. Juni 2002 (2002-06-13) Abbildung 1 -----	14
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 1998, Nr. 05, 30. April 1998 (1998-04-30) -& JP 10 004643 A (AICHI EMERSON ELECTRIC CO LTD), 6. Januar 1998 (1998-01-06) Zusammenfassung -----	1-3, 10, 11, 15-17
X	KAB-JAE LEE ET AL: "Bridge optimization of interior permanent magnet motor for hybrid electric vehicle" DIGEST OF INTERMAG 2003. PROGRAM OF THE 2003 IEEE INTERNATIONAL MAGNETICS CONFERENCE. BOSTON, MA, MARCH 30 - APRIL 3, 2003, IEEE INTERNATIONAL MAGNETICS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, 28. März 2003 (2003-03-28), Seiten GQ-7, XP010665150 ISBN: 0-7803-7647-1 das ganze Dokument -----	1-3, 11, 15-17
X	KOGURE H ET AL: "Magnet configurations and current control for high torque to current ratio in interior permanent magnet synchronous motors" ELECTRIC MACHINES AND DRIVES CONFERENCE, 2003. IEMDC'03. IEEE INTERNATIONAL JUNE 1-4, 2003, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, Bd. 1, 1. Juni 2003 (2003-06-01), Seiten 353-359, XP010644449 ISBN: 0-7803-7817-2 das ganze Dokument -----	1-3, 11, 15-17

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/053371

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 2003088071	A	20-03-2003	KEINE		
JP 09294344	A	11-11-1997	KEINE		
EP 1067656	A	10-01-2001	IT	PD990153 A1	08-01-2001
			EP	1067656 A2	10-01-2001
JP 11220846	A	10-08-1999	KEINE		
US 4139790	A	13-02-1979	KEINE		
JP 11098792	A	09-04-1999	KEINE		
US 2002070619	A1	13-06-2002	CN	1180457 A ,C	29-04-1998
			EP	0823771 A1	11-02-1998
			WO	9731422 A1	28-08-1997
			JP	3417409 B2	16-06-2003
			JP	2002238193 A	23-08-2002
			JP	2002209353 A	26-07-2002
			JP	2002199639 A	12-07-2002
			JP	3551954 B2	11-08-2004
			JP	2002209368 A	26-07-2002
			US	6300700 B1	09-10-2001
			US	6369480 B1	09-04-2002
			US	6356001 B1	12-03-2002
			US	6049153 A	11-04-2000
			US	2002036438 A1	28-03-2002
JP 10004643	A	06-01-1998	KEINE		